

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-145008

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.⁹
H 0 1 G 9/052
9/00

識別記号

F I
H 0 1 G 9/05
9/24

K
C

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-304072

(22) 出願日 平成9年(1997)11月6日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 向野 節

富山県下新川郡入善町入膳560番地 富山

日本電気株式会社内

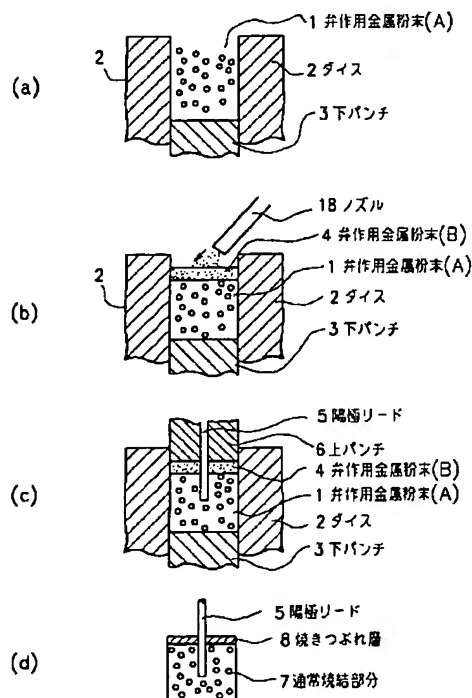
(74) 代理人 弁理士 丸山 隆夫

(54) 【発明の名称】 固体電解コンデンサの陽極体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来の1回成形による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法では陽極体における陽極リードの植立強度が十分に得られず、陽極リードの植立強度を向上するためには多数回のプレス成形工程を行うことが必要となり、固体電解コンデンサの陽極体の製造時間、製造コストが大幅に増大するなどの課題があった。

【解決手段】 焼結工程における焼きつぶれ性の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、陽極リード(5)の植立面付近に焼きつぶれ性の大きな弁作用金属粉末(4)が配置されるように順次プレス加工金型(2, 3, 6)に投入し、1回のプレス加工により加圧成形した後、焼結工程を行うことにより、陽極体を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プレス加工金型に投入した弁作用金属粉末をプレス加工して陽極体を形成する固体電解コンデンサの陽極体の製造方法において、
焼結工程における焼きつぶれ性の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、陽極リード植立面付近に焼きつぶれ性の大きな弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入し、1回のプレス加工により加圧成形した後、前記焼結工程を行うことにより陽極体を形成することを特徴とする固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項2】 弁作用金属粉末を前記プレス加工金型に投入してプレス加工する際に、同一金属で粒径の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、前記陽極リード植立面付近に粒径の細かい弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入してプレス加工を行うことを特徴とする請求項1記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項3】 前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末として、一次粉粒径が10nm以上1μm未満の微粉を用い、前記焼結工程において、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末が十分に焼きつぶれることにより成形体強度の高い弁作用金属体を形成して陽極リードおよび陽極体の他の部分と強固に固着する程度に前記焼結工程を行うことを特徴とする請求項2記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項4】 前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末と、一次粉粒径が0.5μm以上100μm未満の弁作用金属粉末との、合計2種類の弁作用金属粉末を用いることを特徴とする請求項3記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項5】 前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末と、一次粉粒径が0.5μm以上100μm未満の弁作用金属粉末と、両者の中間に配置される両者の中間の一次粉粒径を有した弁作用金属粉末との、合計3種類の弁作用金属粉末を用いることを特徴とする請求項3記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項6】 前記同一金属として、タンタルを用いることを特徴とする請求項2から請求項5うちの何れか1項記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項7】 弁作用金属粉末を前記プレス加工金型に投入してプレス加工する際に、融点の異なる別の金属の弁作用金属粉末を2種以上、前記陽極リード植立面付近に融点の低い弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入してプレス加工を行うことを特徴とする請求項1記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項8】 前記陽極リード植立面付近に配置される

前記弁作用金属粉末としてのニオブ粉末と、タンタル粉末との、合計2種類の弁作用金属粉末を用いることを特徴とする請求項7記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【請求項9】 前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末としてのチタン粉末と、タンタル粉末と、両者の中間に配置されるニオブ粉末との、合計3種類の弁作用金属粉末を用いることを特徴とする請求項7記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体電解コンデンサの陽極体の製造方法に関し、特に、陽極リード線の植立強度を向上した固体電解コンデンサの陽極体の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】固体電解コンデンサに用いられる陽極体の製造においては、タンタル、チタン、ニオブ等の弁作用金属を加圧成形することにより陽極体を形成することが必要であり、この際に、この陽極体に陽極側のリード線を植立した構造を形成することが必要となる。

【0003】図8は、従来の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。この従来の方法においては、まず、まず、プレス成形用金型のダイス2とこれに挿入された下パンチ3とにより囲まれた凹部に、弁作用金属粉末1を陽極体の設計重量に合わせた量投入し（図8(a)）、次いで、陽極リード5が弁作用金属粉末1に埋もれた状態で上パンチ6と下パンチ3を接近させることによりプレス加工を行い（図8(b)）、プレス加工を完了した成形体に対して、高温、高真空における焼結工程を行うことにより、陽極体が形成される（図8(c)）。このような従来の方法では、1回の加圧で成形を完了させてしまうため、十分な成形体強度を保証するために圧縮比を大きくして成形密度を高くする必要があった。一方、成形密度を高くすることは、後の半導体層の形成工程において成形体内部まで十分な半導体層を形成することを困難とし、固体電解コンデンサの容量低下や、半導体層の内部、外部における抵抗の増大につながり、電気的特性に悪影響を与える要因となっていた。

【0004】上記のような問題点に対して、特開平4-167512号公報および特開平4-279020号公報には、それぞれ図9および図10に示すように、弁作用金属粉末を多数回に分けて投入し、圧縮比率を変えて複数回の加圧成形を行うことにより、成形密度が高く成形体強度の強いリード植立部分と、成形密度が低く半導体層を形成しやすい部分とを有した陽極体素子を製造する固体電解コンデンサの陽極体の製造方法が開示されている。

【0005】また、特開平1-181509号公報および

び特開平6-176985号公報には、それぞれ図11および図12に示すように、弁作用金属を多数回に分けて投入し、多数回のプレスにより、順次、陽極体素子を加圧成形することにより、陽極体素子内の成形密度を均一化させ、半導体層の形成を容易にする技術が開示されている。特に、特開平6-176985号公報では、図12のようにタンタルからなる陽極リード植立部分を核として、その回りを取り囲むように層状に、弁作用金属粉末の成形を順次行い、陽極体素子を形成することにより、陽極体素子の植立強度を向上させ、陽極体素子の耐ストレス性を向上させる技術が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような固体電解コンデンサの陽極体の製造方法においては、以下のような課題があった。

【0007】まず、従来の1回成形の技術においては、陽極リードの植立部分を特に高密度に成形する手段が用いられていないため、半導体層の形成工程が容易な低成形密度部分を設けようとする、陽極体素子の陽極リードの植立強度が十分に得られないことである。

【0008】次に、特開平4-167512号公報、特開平4-279020号公報、特開平1-181509号公報、および特開平6-176985号公報に見られるように、陽極リードの植立強度向上、もしくは陽極体素子密度の均一化を行おうとすると、多数回のプレス成形工程を行うことが必要となることである。例えば、陽極リード植立部分を中心に、プレス寸法・成形密度を変更したプレス成形を順次行い、その他に陽極体素子全体のプレス成形を行うなど、極めて複雑な装置および工程が必要となり、固体電解コンデンサの陽極体の製造時間、製造コストが大幅に増大する結果となっていた。

【0009】この発明は上記課題を解決するためのものであり、陽極リード植立強度を向上させた固体電解コンデンサの陽極体の効率的な製造を可能とし、その結果固体電解コンデンサの電気特性としての漏れ電流値の不良率もしくは劣化を低減することが可能な、固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、プレス加工金型に投入した弁作用金属粉末をプレス加工して陽極体を形成する固体電解コンデンサの陽極体の製造方法において、焼結工程における焼きつぶれ性の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、陽極リード植立面付近に焼きつぶれ性の大きな弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入し、1回のプレス加工により加圧成形した後、前記焼結工程を行うことにより陽極体を形成するものである。

【0011】請求項2記載の固体電解コンデンサの陽極

体の製造方法は、弁作用金属粉末を前記プレス加工金型に投入してプレス加工する際に、同一金属で粒径の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、前記陽極リード植立面付近に粒径の細かい弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入してプレス加工を行うようにしたものである。

【0012】請求項3記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末として、一次粉粒径が10nm以上1μm未満の微粉を用い、前記焼結工程において、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末が十分に焼きつぶれることにより成形体強度の高い弁作用金属体を形成して陽極リードおよび陽極体の他の部分と強固に固着する程度に前記焼結工程を行うようにしたものである。

【0013】請求項4記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末と、一次粉粒径が0.5μm以上100μm未満の弁作用金属粉末との、合計2種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたものである。

【0014】請求項5記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末と、一次粉粒径が0.5μm以上100μm未満の弁作用金属粉末と、両者の中間に配置される両者の中間の一次粉粒径を有した弁作用金属粉末との、合計3種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたものである。

【0015】請求項6記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、前記同一金属として、タンタルを用いるものである。

【0016】請求項7記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、弁作用金属粉末を前記プレス加工金型に投入してプレス加工する際に、融点の異なる別の金属の弁作用金属粉末を2種以上、前記陽極リード植立面付近に融点の低い弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入してプレス加工を行うようにしたものである。

【0017】請求項8記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末としてのニオブ粉末と、タンタル粉末との、合計2種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたものである。

【0018】請求項9記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法は、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末としてのチタン粉末と、タンタル粉末と、両者の中間に配置されるニオブ粉末との、合計3種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたものである。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態につい

て図面を参照して詳細に説明する。

【0020】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示すフローチャートである。本実施の形態の陽極体の製造方法においては、第1、第2の弁作用金属粉末を順次投入（ステップS1、S2）した後、1回のプレス加工で陽極体のプレス成形を行い（ステップS3）、次いで、1300～2000℃、 10^{-3} Torr以下の高温、高真空中で焼結を行う（ステップS4）ことにより陽極体素子を得る。

【0021】本実施の形態では、第1、第2の弁作用金属粉末としてタンタル、ニオブ、チタン等の弁作用金属粉末のうち1種類の金属の粉末を用い、第2の弁作用金属粉末の一次粉粒径を、第1の弁作用金属粉末の一次粉粒径より非常に小さく、数十～数百nm程度に微粉に選定することとする。なお、第2の弁作用金属粉末の一次粉粒径は、好ましくは300nm以下とする。第1の弁作用金属粉末は、従来の固体電解コンデンサ用陽極体に用いられているものと同様に、一次粉の粒径が0.5～数十 μ m程度であり、この一次粉が適度に凝集し、数 μ m～数百 μ m程度の粒径の二次粉を含んでいるものとする。

【0022】次に本実施の形態の動作について、図2を参照して詳細に説明する。

【0023】まず、プレス成形用金型のダイス2とこれに挿入された下パンチ3とにより囲まれた凹部に、第1の弁作用金属粉末（A）1を陽極体の設計重量に合わせた量投入する（図2（a））。

【0024】次いで、粒径の細かい第2の弁作用金属粉末（B）4を弁作用金属粉末（A）1の上にノズル18等により投入する。なお、この際の弁作用金属粉末（B）4の投入重量は、弁作用金属粉末（A）1の投入重量の0.1%～10%程度でよい（図2（b））。

【0025】次いで、陽極リード5が弁作用金属粉末（A）1に埋もれ、弁作用金属粉末（B）4の層を貫通するように植立した状態で、上パンチ6と下パンチ3を接近させることにより、プレス加工を行う（図2（c））。

【0026】その後、プレス加工を完了した成形体に対して、1000～2000℃の高温、 10^{-3} Torr以下の高真空中で数十分加熱する焼結工程を行う。この焼結工程において、温度、加熱時間等の焼結条件は、弁作用金属粉末（A）1を適度に焼結させる条件に設定する。すなわち、固体電解コンデンサの容量は、この焼結工程により弁作用金属粉末（A）1がある程度焼きつづれた際の表面積により決定されるため、弁作用金属粉末（A）1が所定の容量に対応した焼きつづれ状態となるような条件で焼結を行う。このような焼結工程において、粒径が弁作用金属粉末（A）1より細かな弁作用金属粉末（B）4は、弁作用金属粉末（A）1と比較し

て、焼きつづれがより顕著に進行して弁作用金属からなる板に近い状態となり、陽極リード5の植立面全体を覆う高成形体強度の焼きつづれ層8を形成する（図2（d））。

【0027】この焼きつづれ層8は、その顕著な焼きつづれにより陽極リード5と強く固着し、また、弁作用金属粉末（A）1が焼結されてできた通常焼結部分7とも強く固着した状態となるため、陽極リード5の植立強度が大幅に向上する。また、陽極リード5に力に加えられた場合にも、陽極リード5と焼きつづれ層8との境界部分に漏れ電流の発生原因となる損傷が起こりにくく、かつ、この力は強固な固着部分を介して高成形体強度の焼きつづれ層8全体に広く伝えられることとなり、陽極リード5と通常焼結部分7の間の境界部分にストレスが集中することも避けられ、陽極リード5との境界部分の損傷に起因した漏れ電流の発生が防止される。さらに、高成形体強度の焼きつづれ層8が通常焼結部分7の上部全体を覆った構成に陽極体が形成されるため、後の工程においてパッケージ用の外装樹脂等からストレスが加えられた場合においても、通常焼結部分7の損傷による漏れ電流等の特性劣化を防止することができる。

【0028】なお、上記のように、本発明の製造方法においては、従来例の各公報におけるように複数回のプレス成形工程を行うことを必要とせず、陽極リード5の植立強度の向上を実現することができる。陽極リード植立面付近の弁作用金属の顕著な焼きつづれにより上記効果を有しているため、陽極リード植立面付近に配置される弁作用金属の量が比較的少量でも1回のプレス成形により十分な効果を得ることができるからである。

【0029】次に、実施の形態1の実施例について、再び図2を参照して詳細に説明する。

【0030】1.0×2.0mmの長方形の開口を有したダイス2に、第1の弁作用金属粉末（A）1として、一次粒子の平均粒径が約1.0 μ mのTa粉末を投入する。この際、投入重量は約250mgとした。次いで、0.8mm ϕ の穴径を持つノズル18を通じて、第2の弁作用金属粉末（B）4として、一次粒子の平均粒径約50nmのTa微粉を、弁作用金属粉末（A）1の上に吹き付ける。この際のTa微粉量は25mgとし、弁作用金属粉末（A）1の上を弁作用金属粉末（B）4が均一に覆うように吹き出し時にノズル18に細かな振動を与えた。

【0031】Ta微粉を吹き出した後、ノズル18を適度な位置まで後退させ、陽極リード5として、0.2mm ϕ のTaワイヤーを中央に保持した上パンチ6をダイス2に貫入させ、同時に下パンチ3も上へ動かし、プレス加工を実施した。

【0032】プレス加工後の成形体は、陽極リード5を適当な長さで切断した後、プレス加工機より取り出され、次工程である焼結工程が行われる。ここで、焼結条

件として、弁作用金属粉末(A)1を通常焼結するため用いる焼結条件を設定した。今回は、1500℃、 10^{-4} Torr、30分という焼結条件を用いた。この焼結工程の間に、第2の弁作用金属粉末(B)4であるTa微粉は著しく焼きつぶれ、厚さ0.1mm程度のTa板状の焼きつぶれ層8が形成された。焼きつぶれ層8は、陽極リード5および弁作用金属粉末(A)1が焼結した通常焼結部分7と強固に溶着しており、例えば陽極リード5をリード軸と垂直方向に動かしても、上述のように陽極リード5と焼きつぶれ層8の間に損傷が生じずストレスの通常焼結部分7への伝達もほとんどない。このため、図3に示す通り、製品完成時の漏れ電流値を大きく低減することができた。

【0033】図2(d)に示したように、この実施例の固体電解コンデンサ用陽極体は、陽極リード5の植立面に焼きつぶれ層8を有している。本実施例では、弁作用金属粉末(A)1に一次粒子の粒径約1.0 μ mのTa粉末、弁作用金属粉末(B)4に一次粒子の粒径約50nmのTa微粉を用いているが、この焼きつぶれ層8は、弁作用金属粉末(B)4であるTa微粉が焼結工程において焼きつぶれを起こしてTa板状になり、かつ、陽極リード5および通常焼結部分7と強く溶着した状態にあるものである。このように、通常焼結部分7の上面全体を覆う焼きつぶれ層8が形成されることにより、陽極リード5の植立強度向上、および外部ストレスに起因した固体電解コンデンサの特性劣化の防止が達成される。

【0034】実施の形態2。図4は、本発明の実施の形態2による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【0035】この実施の形態2では、実施の形態1における弁作用金属粉末(A)1と弁作用金属粉末(B)4の間に、弁作用金属粉末(C)9の層を設けることにより、焼きつぶれ層8と通常焼結部分7との固着強度をさらに向上させる。この際、弁作用金属粉末(C)9の粒径は、弁作用金属粉末(A)1と弁作用金属粉末(B)4のそれぞれの一次粉末粒径の中間の値を取ることとする。例えば、弁作用金属粉末(C)9として、粒径200~400nm程度の粉末を選定すれば効果的である。

【0036】次に実施の形態2の動作について、図4を参照して詳細に説明する。

【0037】まず、プレス成形用金型のダイス2とこれに挿入された下パンチ3とにより囲まれた凹部に、第1の弁作用金属粉末(A)1を陽極体の設計重量に合わせた量投入する(図4(a))。

【0038】次いで、中間の粒径の第2の弁作用金属粉末(C)9を弁作用金属粉末(A)1の上にノズル18等により投入する。弁作用金属粉末(C)9の投入重量は、弁作用金属粉末(A)1の投入重量の0.1%~10%程度でよい(図4(b))。

【0039】次いで、粒径の細かい第3の弁作用金属粉末(B)4を弁作用金属粉末(C)9の上にノズル18等により投入する。弁作用金属粉末(B)4の投入重量も、弁作用金属粉末(A)1の投入重量の0.1%~10%程度でよい(図4(c))。

【0040】次いで、陽極リード5が弁作用金属粉末(A)1に埋もれ、弁作用金属粉末(C)9および弁作用金属粉末(B)4の層を貫通するように植立した状態で、上パンチ6と下パンチ3を接近させることにより、プレス加工を行う(図4(d))。

【0041】その後、プレス加工を完了した成形体に対して、1000~2000℃の高温、 10^{-3} Torr以下の高真空中で数十分加熱する焼結工程を行う。この焼結工程において、温度、加熱時間等の焼結条件は、弁作用金属粉末(A)1が固体電解コンデンサに設定される容量に対応した表面積を持った適度な焼きつぶれ状態まで焼結するような条件に設定する。このため、粒径が弁作用金属粉末(A)1より細かな弁作用金属粉末(B)4は、この焼結工程により焼きつぶれがより顕著に進行して弁作用金属からなる板に近い状態となり、陽極リード5の植立面全体を覆う高成形体強度の焼きつぶれ層8を形成する。また、中間の粒径を有した弁作用金属粉末(C)9も弁作用金属粉末(A)1と弁作用金属粉末(B)4の中間の程度に焼きつぶれて、通常焼結部分7と焼きつぶれ層8の間で焼きつぶれ層10を形成する(図4(e))。

【0042】この実施の形態2によれば、高成形体強度の焼きつぶれ層8の形成により、前記実施の形態1と同様に、陽極リード5の植立強度向上、および漏れ電流の原因となる陽極体の損傷の防止を図ることができるほか、弁作用金属粉末(A)1と弁作用金属粉末(B)4の間に弁作用金属粉末(C)9を配置することにより、弁作用金属粉末(A)1と弁作用金属粉末(B)4の間に焼結工程における焼きつぶれ程度の差が極めて大きい場合に、両者の間にストレスが発生して両者の間が剥離したり、クラックが発生したりする事態を防止することが可能となる。

【0043】実施の形態3。図5は、本発明の実施の形態3による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。前記実施の形態1において、同一金属で粒径の異なる2種類の弁作用金属粉末を用いることにより陽極リード植立面付近の焼きつぶれ性を特に高め、陽極リード植立面付近の成形体強度を高くしたのに対し、本実施の形態においては、融点の異なる2種類の弁作用金属粉末を用いることにより、陽極リード植立面付近の焼きつぶれ性を高くし、陽極リード植立面付近の成形体強度を高める。

【0044】まず、プレス成形用金型のダイス2とこれに挿入された下パンチ3とにより囲まれた凹部に、一次粉粒径が0.5~数十 μ m程度、例えば約1.0 μ mの

Ta粉末11（融点2990℃）を陽極体の設計重量に合わせた量投入する（図5（a））。

【0045】次いで、一次粉粒径が0.5～数十μm程度、例えば約1.0μmのNb粉末12（融点2470℃）をTa粉末11の上にノズル18等により投入する。なお、この際のNb粉末12の投入重量は、Ta粉末11の投入重量の0.1%～10%程度でよい（図5（b））。

【0046】次いで、タンタルによりなる陽極リード5がTa粉末11に埋もれ、Nb粉末12の層を貫通するように植立した状態で、上パンチ6と下パンチ3を接近させることにより、プレス加工を行う（図5（c））。

【0047】その後、プレス加工を完了した成形体に対して、1000～2000℃の高温、 10^{-3} Torr以下の高真空中で数十分加熱する焼結工程を行う。この焼結工程において、温度、加熱時間等の焼結条件は、Ta粉末11が固体電解コンデンサに設定される容量に対応した表面積を持った適度な焼きつぶれ状態まで焼結するような条件に設定する。

【0048】このような焼結工程において、Ta粉末11より低い融点のNb粉末12は、Ta粉末11と比較して、焼きつぶれがより顕著に進行してニオブからなる板に近い状態となり、陽極リード5の植立面全体を覆う高成形体強度の焼きつぶれ層8を形成する（図5（d））。

【0049】この焼きつぶれ層8は、その顕著な焼きつぶれにより陽極リード5と強く固着し、また、Ta粉末11が焼結されてできた通常焼結部分7とも強く固着した状態となるため、前記実施の形態1と同様に、陽極リード5の植立強度向上、および漏れ電流等の特性劣化の防止を図ることができる。

【0050】実施の形態4。図6は、本発明の実施の形態4による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。本実施の形態においては、前記実施の形態2と同様に弁作用金属粉末の3層構造を用いるが、同種金属ではなく、それぞれ融点の異なるTa粉末11（融点2990℃）、Nb粉末12（融点2470℃）、Ti粉末13（融点1660℃）を用いる。なお、各粉末は、一次粉粒径が0.5～数十μm程度、例えば約1.0μmの同等のものをを用いることができるが、Ti粉末13の融点が特に低いことを考慮してTi粉末13のみ一次粉粒径の大きなものをを用いることもできる。このような方法を用いても、実施の形態2と同様に、陽極リード植立面付近のNb粉末12の顕著な焼きつぶれ性による陽極リード植立強度向上と漏れ電流等の特性劣化防止、および、上下層の焼きつぶれ程度の差が極めて大きい場合のストレスによる剥離、クラックの発生等の防止を図ることができる。

【0051】実施の形態5。図7は、本発明の実施の形態5による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示

す工程図である。本実施の形態においては、前記実施の形態2および前記実施の形態4と同様に弁作用金属粉末の3層構造を用いるが、Ta粉末11（融点2990℃）、Nb粉末12（融点2470℃）、Nb微粉14（融点2470℃）を用いる。図7（c）において、陽極リード植立面に向かって、Ta粉末11、Nb粉末12、Nb微粉14の順に、焼結工程における焼きつぶれ性が高くなる配置となっている。このような方法を用いても、実施の形態2および実施の形態4と同様に、陽極リード植立面付近のNb微粉14の顕著な焼きつぶれ性による陽極リード植立強度向上と漏れ電流等の特性劣化防止、および、上下層の焼きつぶれ程度の差が極めて大きい場合のストレスによる剥離、クラックの発生等の防止を図ることができる。

【0052】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、焼結工程における焼きつぶれ性の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、陽極リード植立面付近に焼きつぶれ性の大きな弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入し、1回のプレス加工により加圧成形した後、前記焼結工程を行うことにより陽極体を形成するようにしたため、焼結工程における陽極リード植立面付近部分の顕著な焼きつぶれによる高成形体強度部分の形成と、この部分の陽極リードおよび周囲との強固な固着により、陽極体における陽極リードの植立強度を大幅に向上することが可能となるとともに、外部ストレスに起因した漏れ電流等の固体電解コンデンサの特性劣化を防止することができる。また、複数回のプレス加工を必要とせず効率的に陽極体の製造を行うことが可能であるため、固体電解コンデンサの陽極体の製造時間および製造コストを大幅に削減することが可能となる。

【0053】請求項2記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、弁作用金属粉末を前記プレス加工金型に投入してプレス加工する際に、同一金属で粒径の異なる弁作用金属粉末を2種類以上、前記陽極リード植立面付近に粒径の細かい弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入してプレス加工を行うようにしたため、粒径の細かい弁作用金属粉末が焼結工程において顕著な焼きつぶれ性を示すことにより、陽極体における陽極リードの植立強度を大幅に向上することが可能となるとともに、外部ストレスに起因した漏れ電流等の固体電解コンデンサの特性劣化を防止することができる。

【0054】請求項3記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末として、一次粉粒径が10nm以上1μm未満の微粉を用い、前記焼結工程において、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末が十分に焼きつぶれることにより成形体強度の

高い弁作用金属体を形成して陽極リードおよび陽極体の他の部分と強固に固着する程度に前記焼結工程を行うようにしたため、前記微粉の焼結工程における顕著な焼きつづれ性により、陽極体における陽極リードの植立強度を大幅に向上することが可能となるとともに、外部ストレスに起因した漏れ電流等の固体電解コンデンサの特性劣化を防止することができる。

【0055】請求項4記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末と、一次粉粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 未満の弁作用金属粉末との、合計2種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたため、最小限の工程および構成により、陽極リードの植立強度向上と漏れ電流等の特性劣化防止を達成することができる。

【0056】請求項5記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末と、一次粉粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 未満の弁作用金属粉末と、両者の間に配置される両者の中間の一次粉粒径を有した弁作用金属粉末との、合計3種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたため、中間の一次粉粒径の弁作用金属粉末を介在させることにより、一次粉粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 未満の弁作用金属粉末と陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末の間で焼結工程における焼きつづれ程度の差が極めて大きい場合に、両者の間にストレスが発生して両者の間が剥離したり、クラックが発生したりする事態を防止することが可能となる。

【0057】請求項6記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、前記同一金属として、タンタルを用いるようにしたため、現在一般的に使用されている弁作用金属粉末であるタンタルを用いて、前記各項の効果を得ることができる。

【0058】請求項7記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、弁作用金属粉末を前記プレス加工金型に投入してプレス加工する際に、融点の異なる別の金属の弁作用金属粉末を2種以上、前記陽極リード植立面付近に融点の低い弁作用金属粉末が配置されるように順次プレス加工金型に投入してプレス加工を行うようにしたため、融点の低い弁作用金属粉末が焼結工程において顕著な焼きつづれを示すことにより、陽極体における陽極リードの植立強度を大幅に向上することが可能となるとともに、外部ストレスに起因した漏れ電流等の固体電解コンデンサの特性劣化を防止することができる。

【0059】請求項8記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末としてのニオブ粉末と、タンタル粉末との、合計2種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたため、融点の低いニオブ粉末が示す顕著な焼きつづれ性により、最小限の工程および構成で、陽極体における陽極リードの植立強度向上と漏れ電流防止を達

成することができる。

【0060】請求項9記載の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法によれば、前記陽極リード植立面付近に配置される前記弁作用金属粉末としてのチタン粉末と、タンタル粉末と、両者の間に配置されるニオブ粉末との、合計3種類の弁作用金属粉末を用いるようにしたため、陽極体における陽極リードの植立強度向上と漏れ電流防止を達成することができるとともに、タンタル粉末とチタン粉末の間に両者の中間の融点を有するニオブ粉末を介在させることにより、タンタル粉末とチタン粉末の間で焼結工程における焼きつづれ程度の差が極めて大きい場合に、両者の間にストレスが発生して両者の間が剥離したり、クラックが発生したりする事態を防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示すフローチャートである。

【図2】本発明の実施の形態1による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図3】本発明の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法による固体電解コンデンサの漏れ電流の低減を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の形態2による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図5】本発明の実施の形態3による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図6】本発明の実施の形態4による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図7】本発明の実施の形態5による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図8】従来の1回成形による固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図9】特開平4-167512号公報に示された従来の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す概略図である。

【図10】特開平4-279020号公報に示された従来の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図11】特開平1-181509号公報に示された従来の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す工程図である。

【図12】特開平6-176985号公報に示された従来の固体電解コンデンサの陽極体の製造方法を示す概略図である。

【符号の説明】

- 1 弁作用金属粉末(A)
- 2 ダイス
- 3 下パンチ
- 4 弁作用金属粉末(B)
- 5 陽極リード

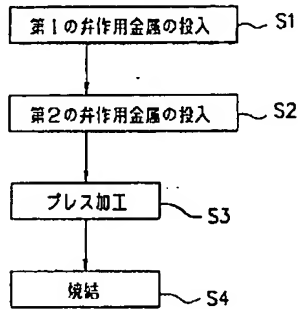
- 6 上パンチ
7 通常焼結部分
8 焼きつぶれ層
9 弁作用金属粉末(C)
10 焼きつぶれ層

- 11 Ta粉末
12 Nb粉末
13 Ti粉末
14 Nb微粉

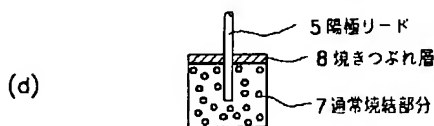
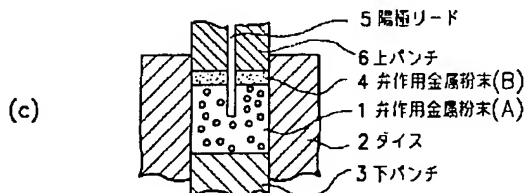
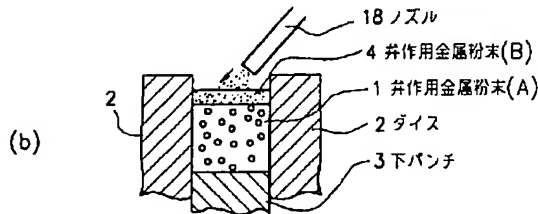
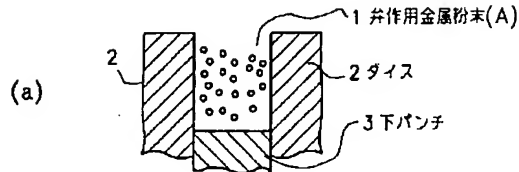
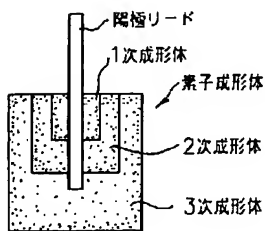
【図1】

【図2】

固体電解コンデンサ用陽極体素子の製造工程フロー



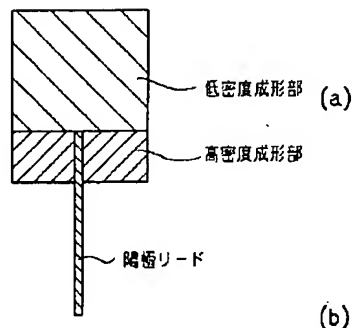
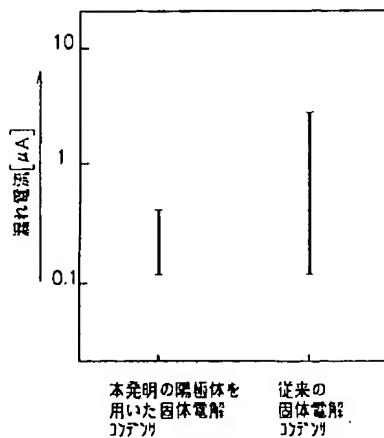
【図12】



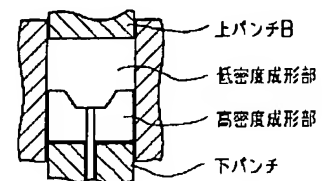
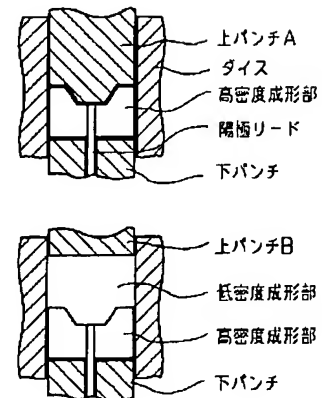
【図3】

【図9】

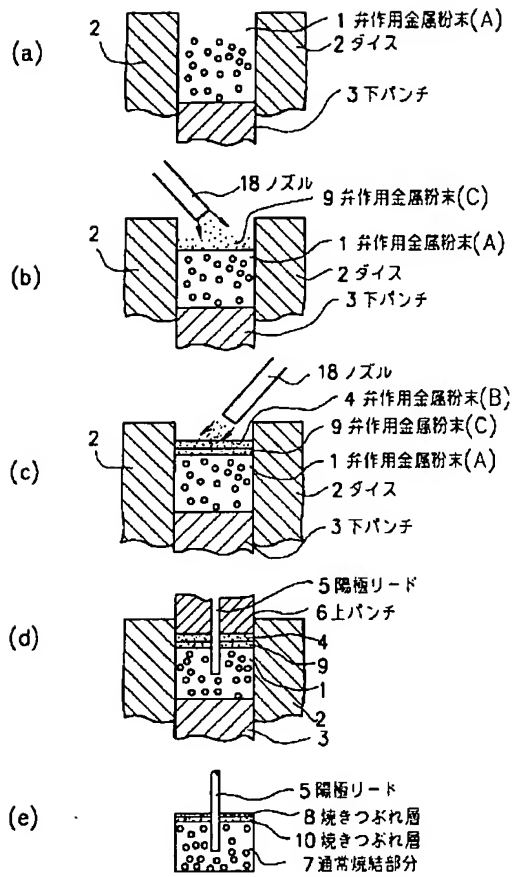
【図10】



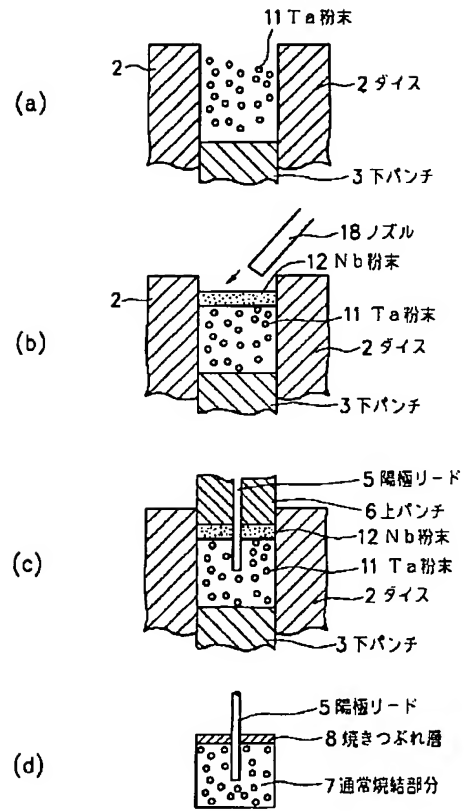
(b)



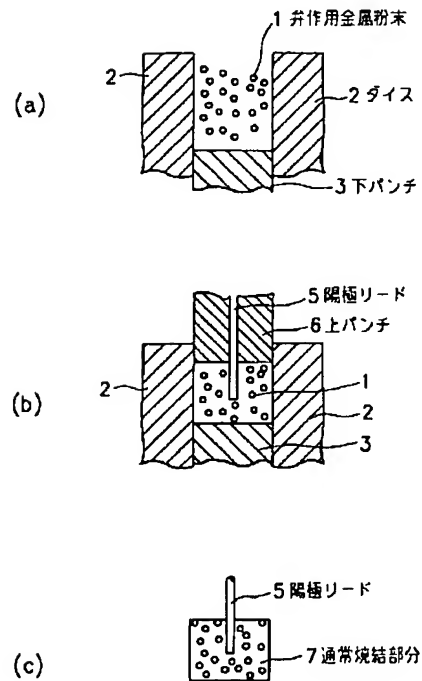
【図4】



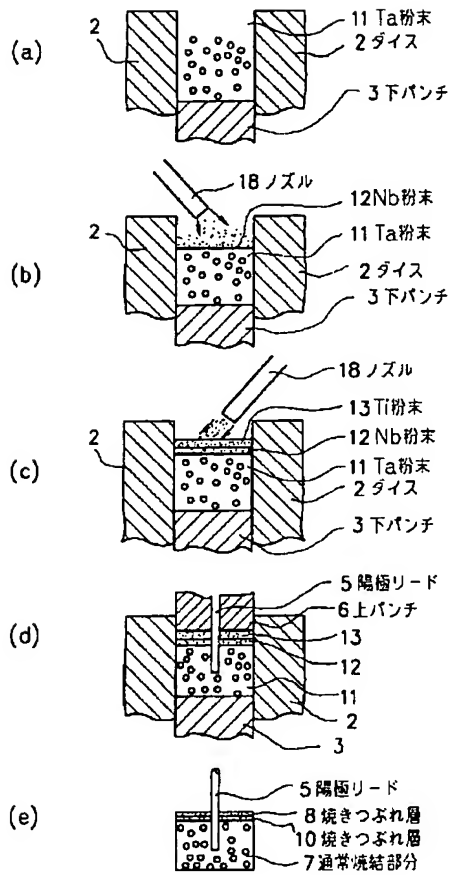
【図5】



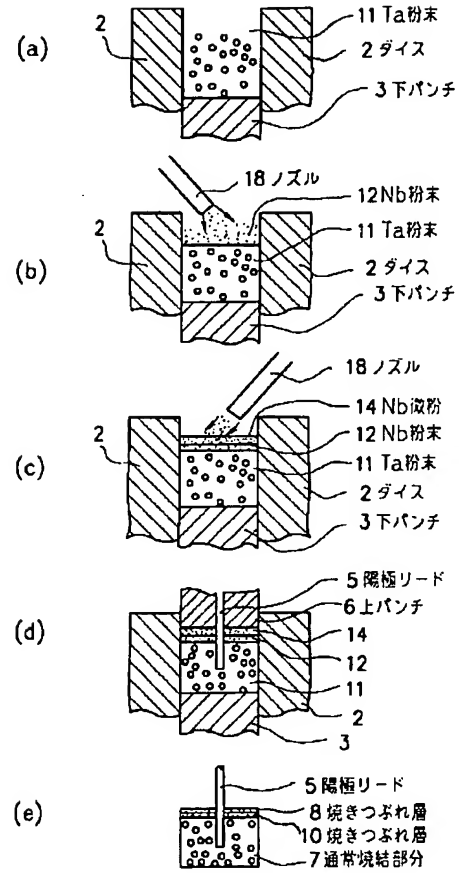
【図8】



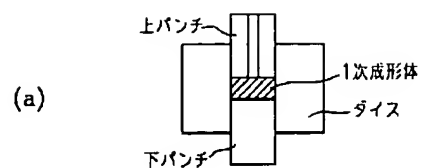
【図6】



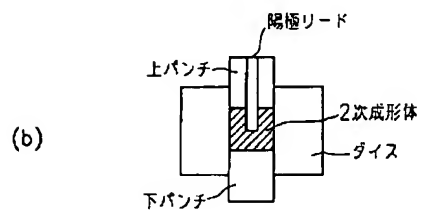
【図7】



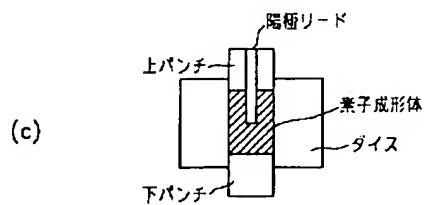
【図11】



1回目のプレス成形状態の概略図



2回目のプレス成形状態の概略図



3回目のプレス成形状態の概略図